



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **56051522 A**(43) Date of publication of application: **09.05.81**

(51) Int. Cl.

C21D 8/12
H01F 1/16
(21) Application number: **54127662**(22) Date of filing: **03.10.79**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**
(72) Inventor: **ICHIYAMA TADASHI**
YAMAGUCHI SHIGEHIO
INOUCHI TORU
KUROKI KATSURO
WADA TOSHIYA
(54) PRODUCTION OF MAGNETIC STEEL SHEET
WITH SUPERIOR IRON LOSS CHARACTERISTIC
FOR ELECTRIC MACHINERY

(57) Abstract:

PURPOSE: To add micro-plastic strains to an magnetic steel sheet noncontactually without giving any shape change to the steel plate surface and improve iron loss value by linearly irradiating laser light along the rolling direction of the unidirectional magnetic steel sheet.

CONSTITUTION: Laser light of $0.5W5J/cm^2$ irradiation energy is linearly irradiated to a unidirectional magnetic steel sheet used for cores of transformers etc. in the rolling direction (L direction) or in the

direction of an angle to the L direction within 45° . The irradiation of the laser light is performed from the perpendicular direction of the steel plate surface to the L direction in such a manner that the irradiation width becomes $0.01W1mm$. In the irradiated steel plate parts, the new magnetic domains are produced in the form that they extend in the C direction without giving any deformation to the steel plate by impulse wave effect, thus the iron loss value in the C direction normal to the rolling direction is improved and this material has superior performance as a material for large-sized rotating machines or a material for the EI cores of transformers.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑤Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

②④④公告 昭和58年(1983)6月2日

C 21 D 9/46
// H 01 F 1/16

7047-4K
7354-5E

発明の数 1

(全3頁)

1

2

⑤鉄損特性の優れた電機機器用電磁鋼板の製造方法

②①特 願 昭54-127662

②②出 願 昭54(1979)10月3日

⑥⑤公 開 昭56-51522

④③昭56(1981)5月9日

⑦②発 明 者 市山 正
相模原市大沼3281-15

⑦②発 明 者 山口 重裕
藤沢市羽鳥2-7-5

⑦②発 明 者 井内 徹
川崎市中原区井田三舞町64

⑦②発 明 者 黒木 克郎
北九州市八幡西区鉄王2-102-40

⑦②発 明 者 和田 敏哉
福岡県宗像郡宗像町自由ヶ丘8-9-16

⑦①出 願 人 新日本製鉄株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑦④代 理 人 弁理士 茶野木 立夫

⑦⑦特許請求の範囲

1 一方向性電磁鋼板の圧延方向に沿つて、あるいは圧延方向との角度が45°以内の方向にレーザー光を線状照射することを特徴とする鉄損特性の優れた電機機器用電磁鋼板の製造方法。

発明の詳細な説明

本発明は方向性電磁鋼板、特に一方向性電磁鋼板の鉄損値を改良する方法に関するものである。

周知の通り変圧器その他の電気機器の鉄心用材料として使用されるものは、通常結晶学的には(110)(001)組織として表示される方向性電磁鋼板であるが、一面高級な大型回転機あるいは変圧器のEIコアとして用いられる電磁鋼板

としては方向性電磁鋼板でも例えば0.3mm tの一方向性電磁鋼板の圧延方向(以下L方向という)の鉄損値はW17/50、1.0~1.25Watt/kgで良好になるに反し、C方向のそれはW13/50、2.8~3.0Watt/kgであつてL方向に比較して不良である。従つてカットコアあるいは巻鉄心としては有用であるにも拘らず大型回転機用材あるいは変圧器のEIコア用材としては、C方向の鉄損値を改善する要求が強い。

10 勿論二方向性電磁鋼板は上述の要求を磁気特性としては満足し得ても、現状では工業的多量生産はコスト的に不向きである。

これまで電磁鋼板の鉄損値を改良する幾多の手段、方法が提起されてきたが、例えば特公昭50-35679号公報に記載されるように機械的な加工を鋼板表面に与えることは鋼板を積層して構成される鉄心用としては好ましい方法ではなく実際には使用できない。

20 本発明は上述の課題を解決するもので、方向性電磁鋼板に非接触で鋼板々面に形状変化を与えることなく微少塑性歪を加えて鉄損値を改善することを提案するものである。

即ち本発明は、一方向性電磁鋼板のL方向に沿つてレーザー光を線状照射することを要旨とする。

25 レーザー光を鋼板に照射して磁性を改善しようとする試みはこれまで全く発表されているものはなかつた。本発明者らは、特定の照射エネルギーをもつレーザー光が磁氣的性質、特に鉄損値改善に極めて有効であることを認識してこれを究明した結果、本発明を完成したものであつて、レーザー光を電磁鋼板のL方向に並列に線状照射するに際し、

照 射 巾(d) 0.01-1mm

照 射 間 隔(l) 2.5-20mm

35 照射エネルギー(P) 0.5-5J/cm²

照 射 方 向 圧延方向とのなす角45度以下の諸元によるときが極めて有効であることを知つ

た。

すなわち上記諸元によつてレーザー照射された鋼板部分には衝撃波効果によつて鋼板に変形を与えることなく転位が導入され、これによつて照射部分には第1図bに示すように微細な新しい磁区がC方向に伸びた形で生じている。第1図bは電子顕微鏡写真($\times 10$)で△印はレーザー照射部分を示す。第1図aはレーザー照射前の電磁鋼板の電子顕微鏡写真($\times 10$)であるが、これと比較してこの新しい磁区がC方向の磁気特性向上に効果があるものと考えられる。

本発明に用いるレーザー装置としては現在一般に市販されているルビーレーザー、YAGレーザーまたは窒素レーザー等を用いることができる。照射エネルギーは $0.5 - 5 \text{ J/cm}^2$ が適当であるが、パルス発振時間巾が 10 ms 以下であることが好ましい。パルス時間巾が 10 ms を超えると照射時に鋼板に生ずる転位密度の増大効果よりむしろ熱的溶融現象が支配的になり結晶構造の変化等を引き起すために実質的に鉄損改善効果は望めない。

なお本発明においては、レーザー光は鋼板面の垂直方向から鋼板のL方向に沿つて線状照射するが、照射巾は $0.01 - 1 \text{ mm}$ をうるように光源を集束して線光源をうるとよいが、必ずしもこれに限定されるものではない。

又電磁鋼板のL方向に照射するレーザー光の照射間隔は $2.5 \text{ mm} - 20 \text{ mm}$ において該鋼板の巾全域に複数条の線状照射をうるものとする。

照射方向と圧延方向のなす角度が 45 度以内、

望ましくは 30 度以内であればL方向の鉄損値はほとんど変化せずC方向鉄損値のみが改善される効果を示すが、該角度が 45 度をこすとL方向鉄損値は次第に改善されるが肝心のC方向鉄損値の改善効果は急激に消失してしまう。

以下に本発明の実施例を示す。

厚板 0.3 mm の $3\% \text{ Si}$ 含有一方向性電磁鋼板のL方向に

$$d = 0.15 \text{ mm}$$

$$\ell = 5 \text{ mm}$$

$$P = 1.2 \text{ J/cm}^2$$

の諸元によりYAGレーザーを開いて、パルス発振時間巾 150 n-sec のパルスレーザーを照射した。得られた製品の鉄損値は次の通りであつた。

	L方向	C方向
レーザー照射前	$W17/50 = 1.05$ $B_g = 1.945$	$W13/50 = 2.86$ $B_g = 1.380$
レーザー照射後	$W17/50 = 1.08$ $B_g = 1.941$	$W13/50 = 1.95$ $B_g = 1.378$

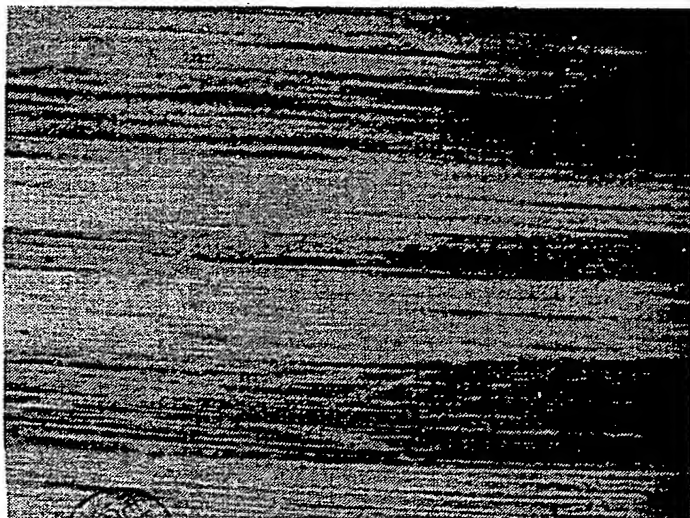
以上に示す通り本発明によるときは、L方向の磁気性を害うことなくC方向の磁気特性、特に鉄損値は照射前に比較して照射後は $0.91 (W/50)$ 向上した。

図面の簡単な説明

第1図aは本発明方法実施前の電磁鋼板の磁区構造を示す電子顕微鏡写真、第1図bは本発明方法実施後の電磁鋼板の磁区構造を示す電子顕微鏡写真である。

第1図(a)

(X10)



→ R.D

第1図(b)

(X10)



→ R.D